

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-257987

(43) 公開日 平成11年(1999) 9月24日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

識別記号

F I

G 0 1 C 21/00

G 0 1 C 21/00

G

G 0 8 G 1/0969

G 0 8 G 1/0969

G 0 9 B 29/10

G 0 9 B 29/10

A

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号

特願平10-63571

(22) 出願日

平成10年(1998) 3月13日

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 伏見 真

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72) 発明者 柳生 岳志

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

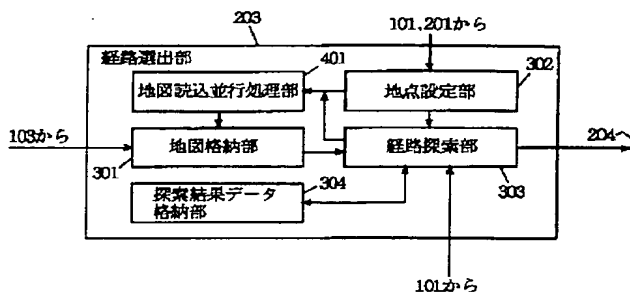
(74) 代理人 弁理士 小笠原 史朗

(54) 【発明の名称】 経路選出方法

(57) 【要約】

【課題】 最短コスト経路を、短時間で最適経路として提供することができる経路選出方法を提供することである。

【解決手段】 地図格納部 301 は、経路探索や地点設定に必要な範囲の地図データを記録装置 103 から読み込んで格納する。地点設定部 302 は、位置検出部 201 で検出された車両の現在位置を出発地に、入力装置 101 で入力した地点を目的地にして、各々に対応する地図上の出発ノードおよび目的ノードを設定する。経路探索部 303 は、公知のダイクストラ法等を用いて、最下位階層から順に地点設定部 302 で設定した出発ノードおよび目的ノードを探索開始点として探索処理を行い、出発ノードから目的ノードまでの最小コスト経路を求める。探索結果データ格納部 304 は、探索時の中間データや経路情報を記録する。地図読込並行処理部 401 は、地点設定部 302 の処理と並行して、最初の探索に用いる範囲の地図データを地図格納部 301 に読み込む。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 地図データ上の任意の 2 地点間の最適経路を選出するための方法であって、

前記地図データ上で探索する 2 地点を設定するステップと、

前記 2 地点が設定されている間に、経路探索に必要なとなる範囲の地図データを先読みするステップと、

前記先読みされた地図データに基づいて、前記設定された 2 地点間の最適経路を探索するステップとを備える、経路選出方法。

【請求項 2】 地図データ上の任意の 2 地点間の最適経路を選出するための方法であって、

前記地図データ上で探索する 2 地点を設定するステップと、

経路探索に必要なとなる範囲の地図データを読み込むステップと、

前記読み込まれた地図データに基づいて、前記設定された 2 地点間の最適経路を探索するステップとを備え、

前記最適経路を探索するステップは、前記設定された 2 地点間の最適経路が決定するまで、探索範囲を徐々に広げた経路探索を繰り返し行い、

前記地図データを読み込むステップは、前記 2 地点が設定されている間に初回の経路探索に必要なとなる範囲の地図データを読み込み、前記最適経路を探索するステップが第  $n$  ( $n$  は、2 以上の自然数) 回目の経路探索を行っている間に、第  $n + 1$  回目の経路探索に必要な範囲の地図データを読み込むことを特徴とする、経路選出方法。

【請求項 3】 階層化された地図データを用いて、任意の 2 地点間の最適経路を選出するための方法であって、前記地図データ上で探索する 2 地点を設定するステップと、

前記設定された 2 地点間の位置関係に応じて、省略可能な探索階層を除外した探索候補階層を決定するステップと、

前記地図データに基づいて、前記設定された 2 地点間の最適経路を探索するステップとを備え、

前記最適経路を探索するステップは、探索範囲が広がるにつれて前記探索候補階層間で上位階層への移行処理を行いながら、前記設定された 2 地点間の最適経路を探索することを特徴とする、経路選出方法。

【請求項 4】 前記最適経路を探索するステップは、前記探索候補階層に含まれているある下位階層から次の上位階層への移行処理を行うとき、当該次の上位階層へ移行可能な上位移行地点が予め決められた数以上存在しているか否かを判断し、

前記上位移行地点が予め決められた数以上存在している場合は、前記次の上位階層への移行処理を行い、

前記上位移行地点が予め決められた数よりも少ない場合は、前記次の上位階層よりも下位の階層であって、前記探索候補階層から除外された階層へ移行することを特徴

とする、請求項 3 に記載の経路選出方法。

【請求項 5】 階層化された地図データを用いて、任意の 2 地点間の最適経路を選出するための方法であって、前記地図データ上で探索する 2 地点を設定するステップと、

探索範囲が広がるにつれて前記地図データを下位階層から上位階層に移行させつつ、前記設定された 2 地点間の最適経路を探索するステップとを備え、

前記最適経路を探索するステップは、

ある 1 つの階層での探索時において、上位階層へ移行可能な地点数をカウントし、

前記カウントされた上位階層に移行可能な地点数が予め決められた値以上になれば、その階層での探索処理を終了し、上位階層へ移行することを特徴とする、経路選出方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、経路選出方法に関し、より特定的には、地図データ上の任意の 2 地点間の最適経路を選出する方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】周知のごとく、カーナビゲーションシステムは、車両の現在地を検出して表示すると共に、目的地までの最適経路を自動的に探索し、当該最適経路に沿って車両を、表示ガイダンスおよび／または音声ガイダンスにより、目的地まで誘導案内してくれるシステムである。このようなカーナビゲーションシステムにおいて、誘導案内するための実用的な経路を、できるだけ早く選出することが求められている。そのため、短時間で経路を探索する方法が盛んに研究および提案されている。

【0003】従来、短時間で経路探索を行う技術としては、例えば特開平 4 - 3 0 1 5 1 5 号公報に開示された階層別探索手法がある。この階層別探索手法は、詳細度の異なる階層的な地図データを持ち、出発地・目的地周辺は詳細な地図データで、中間経路はより粗い地図データで探索を行う手法である。このような階層別探索手法によれば、出発地と目的地との間が遠距離の場合、中間経路を粗い地図データを使用して探索できるため、全経路を詳細な地図データで探索する場合に比べて、全体として探索時間を短縮化できる。

【0004】さらに、特開平 4 - 3 0 1 5 1 5 号公報では、各階層の地図データは、それぞれ複数のブロックに分割されて記録されている。このような構成によれば、各階層から必要なブロックの地図データのみを読み込むだけで探索が行えるため、各階層の全地図データを読み込んで探索する場合に比べて、地図データのアクセス時間を短縮化することができる。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従

来の技術では、経路選出時間において大きなウェイトを占める地図読み込み処理のタイミングの最適化が図られておらず、さらに、探索対象となる地図データを階層順に全て探索していたので、経路選出時間が比較的に長くなるという問題点があった。

【0006】それ故に、本発明の目的は、最短コスト経路を、短時間で最適経路として提供することができる方法を提供することである。

【0007】

【課題を解決するための手段および発明の効果】第1の発明は、地図データ上の任意の2地点間の最適経路を選出するための方法であって、地図データ上で探索する2地点を設定するステップと、2地点が設定されている間に、経路探索に必要な範囲の地図データを先読みするステップと、先読みされた地図データに基づいて、設定された2地点間の最適経路を探索するステップとを備えている。

【0008】上記のように、第1の発明によれば、地点設定処理と探索に必要な範囲の地図読込処理とを同時に行うようにしているので、地点設定直後に探索処理を開始でき、結果として探索時間を短縮することができる。

【0009】第2の発明は、地図データ上の任意の2地点間の最適経路を選出するための方法であって、地図データ上で探索する2地点を設定するステップと、経路探索に必要な範囲の地図データを読み込むステップと、読み込まれた地図データに基づいて、設定された2地点間の最適経路を探索するステップとを備え、最適経路を探索するステップは、設定された2地点間の最適経路が決定するまで、探索範囲を徐々に広げた経路探索を繰り返し行い、地図データを読み込むステップは、2地点が設定されている間に初回の経路探索に必要な範囲の地図データを読み込み、最適経路を探索するステップが第n（nは、2以上の自然数）回目の経路探索を行っている間に、第n+1回目の経路探索に必要な範囲の地図データを読み込むことを特徴とする。

【0010】上記のように、第2の発明によれば、設定された2地点間で範囲を変えた何回かの経路探索を繰り返して最適経路を探索する場合、次の範囲の経路探索に必要な地図データを前の範囲の経路探索時に読み込むようにしているので、前の範囲の探索終了直後に次の範囲の探索処理を開始でき、結果として探索時間を短縮することができる。

【0011】第3の発明は、階層化された地図データを用いて、任意の2地点間の最適経路を選出するための方法であって、地図データ上で探索する2地点を設定するステップと、設定された2地点間の位置関係に応じて、省略可能な探索階層を除外した探索候補階層を決定するステップと、地図データに基づいて、設定された2地点間の最適経路を探索するステップとを備え、最適経路を探索するステップは、探索範囲が広がるにつれて探索候

補階層間で上位階層への移行処理を行いながら、設定された2地点間の最適経路を探索することを特徴とする。

【0012】上記のように、第3の発明によれば、設定された2地点間の位置関係に応じて省略可能な探索階層を除外した探索候補階層を設定するようにしているので、省略された階層の探索時間を削減でき、結果として探索時間を短縮することができる。

【0013】第4の発明は、第3の発明に従属する発明であって、最適経路を探索するステップは、探索候補階層に含まれているある下位階層から次の上位階層への移行処理を行うとき、当該次の上位階層へ移行可能な上位移行地点が予め決められた数以上存在しているか否かを判断し、上位移行地点が予め決められた数以上存在している場合は、次の上位階層への移行処理を行い、上位移行地点が予め決められた数よりも少ない場合は、次の上位階層よりも下位の階層であって、探索候補階層から除外された階層へ移行することを特徴とする。

【0014】上記のように、第4の発明によれば、探索候補階層への上位移行地点数が一定数以下であれば、次探索候補階層よりも下位階層を次の探索階層とするようにしているので、上位移行地点数の不足による遠回り経路の発生を防ぐことができ、結果として経路品質を向上することができる。

【0015】第5の発明は、階層化された地図データを用いて、任意の2地点間の最適経路を選出するための方法であって、地図データ上で探索する2地点を設定するステップと、探索範囲が広がるにつれて地図データを下位階層から上位階層に移行させつつ、設定された2地点間の最適経路を探索するステップとを備え、最適経路を探索するステップは、ある1つの階層での探索時において、上位階層へ移行可能な地点数をカウントし、カウントされた上位階層に移行可能な地点数が予め決められた値以上になれば、その階層での探索処理を終了し、上位階層へ移行することを特徴とする。

【0016】上記のように、第5の発明によれば、一定数以上の上位移行地点が確保できた段階で、その階層での探索を中止して探索階層を上位階層に移行させるようにしているので、最低限の探索範囲で上位階層への移行が可能となり、経路選出時間を短くすることができる。

【0017】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の一実施形態に係るカーナビゲーションシステムの構成を示すブロック図である。図1において、本実施形態のカーナビゲーションシステムは、入力装置101と、ロケータ102と、記録装置103と、通信装置104と、ナビゲーション装置105と、出力装置106とを備えている。

【0018】入力装置101は、リモートコントローラ、タッチセンサ、キーボード、マウス等により、ナビゲーションシステムの機能選択（処理項目変更、地図切り替え・階層変更等）や地点設定、探索モード選択等を

行う。ロケータ 1 0 2 は、GPS、車速センサ、角速度センサ、絶対方位センサ等を含み、車両の現在位置を計算するための各種情報を収集する。記録装置 1 0 3 は、光ディスク (CD、DVD 等)、ハードディスク、大容量メモリ等で構成され、交差点や道路の接続状況や座標・形状・属性・規制情報など、道路ネットワークに関する情報を記憶している。通信装置 1 0 4 は、FM 多重通信装置/光・電波ビーコン装置等の各種無線通信装置からなり、交通情報や地図情報等、各種情報の送受信を行う。ナビゲーション装置 1 0 5 は、通常、CPU やメモリ (プログラムメモリ、ワーキングメモリ) 等を含み、車両の現在位置検出や経路探索/誘導、各種情報 (地図情報、交通情報、周辺情報等) の検索や提供などを行う。出力装置 1 0 6 は、表示装置 (液晶ディスプレイ、CRT ディスプレイ等) やスピーカ等を含み、各種情報や誘導経路の画像表示や音声案内を行う。

【0019】ここで、記録装置 1 0 3 に記録される地図データについて説明する。図 2 は、地図データの一構成例を示す図である。通常、地図データは大きく分けて 2 つの構成要素からなる。第 1 の構成要素は、交差点に関する情報であるノードデータである。第 2 の構成要素は、交差点をつなぐ道路の情報であるリンクデータである。本実施形態では、上記 2 つの構成要素が、階層別に記録されている。図 3 は、階層別地図データの構成を説明するための図である。図 3 では、地図データが、一例として、階層 1 ~ 4 の 4 段階の階層に分けられている。ここで、階層 1 が最下位階層であり、階層 4 が最上位階層である。さらに、各階層の地図データは、それぞれ複数のブロックに分割されている。

【0020】以上のように構成されたカーナビゲーションシステムについて、以下にその動作を説明する。カーナビゲーションシステムの機能としては、経路選出/誘導機能、現在位置表示機能、情報検索/提供機能等があるが、ここでは本発明にとって興味ある経路選出/誘導機能について述べる。

【0021】まず、入力装置 1 0 1 において、ユーザは出発地および目的地の設定を行う。すなわち、ユーザは、入力装置 1 0 1 を操作することにより、出力装置 1 0 6 に表示された地図の画像をスクロールさせ、希望する地点を出発地および目的地として入力する。なお、ロケータ 1 0 2 を用いて検出した車両の現在位置を出発地として使用してもよい。

【0022】次に、ナビゲーション装置 1 0 5 は、上記のようにして設定された出発地や目的地の位置に基づき、記録装置 1 0 3 に記憶された最下位階層の地図上の一番近いノードまたは一番近いリンクに接続するノードを出発ノードおよび目的ノードとして採用する。さらに、ナビゲーション装置 1 0 5 は、周知のダイクストラ法などを用いて最短コスト経路を計算し、求められた経路をリンク列またはノード列または座標列に変換し、誘

導経路とする。ただし、ナビゲーション装置 1 0 5 は、出発ノードと目的ノードを探索開始点として、最下位階層から最短コスト経路を計算し、階層毎に予め決められた範囲まで探索を広げても、経路が求まらなかった場合には、より広範囲にわたり、主要な道路のみが記録された、上位階層の地図データを利用して最短コスト経路を計算する処理を繰り返す。なお、この時、通信装置 1 0 4 で得られた交通情報によりリンクコストを変更する等の手法を用いて、選出する経路を変更するようにしてもよい。ナビゲーション装置 1 0 5 は、このようにして選出された探索結果に基づいて誘導経路を設定し、ロケータ 1 0 2 で検出された位置情報から車両の現在位置を算出して誘導経路上を目的地まで案内する。

【0023】最後に、出力装置 1 0 6 は、ナビゲーション装置 1 0 5 からの指示を受け、音声や表示により誘導情報をユーザに提示する。

【0024】図 4 は、図 1 に示すナビゲーション装置 1 0 5 の一構成例を示す機能ブロック図である。図 4 において、このナビゲーション装置 1 0 5 は、位置検出部 2 0 1 と、情報検索・提供部 2 0 2 と、経路選出部 2 0 3 と、誘導部 2 0 4 とを備えている。

【0025】位置検出部 2 0 1 は、ロケータ 1 0 2 で検出した位置情報を基に、記録装置 1 0 3 に記録された地図データの道路網に対しマップマッチングを行ったり、入力手段 1 0 1 から入力された車両位置修正情報を用いて、車両の現在位置を特定する。情報検索・提供部 2 0 2 は、位置検出部 2 0 1 で検出された現在地に基づいて、記録装置 1 0 3 に記録された地図データを出力装置 1 0 6 に表示したり、入力装置 1 0 1 で入力されたユーザの要求に従い、地図の表示範囲や詳細度を変更したり、通信装置 1 0 4 で得られた交通情報を表示する等の各種情報の検索や提供を行う。経路選出部 2 0 3 は、必要となる範囲の地図データを記録装置 1 0 3 から読み込み、位置検出部 2 0 1 で検出された車両の現在位置や入力装置 1 0 1 で入力された地点情報に基づいて出発地や目的地を決定し、交差点通行規制や一方通行規制を考慮して出発地から目的地間の最小コスト経路を選出する。さらに、誘導部 2 0 4 は、経路選出部 2 0 3 で選出した誘導経路に基づいて、記録装置 1 0 3 から取得した地図データと位置検出部 2 0 1 で検出した車両の現在位置とから、どちらの方向に進むべきか目的地までの誘導を行う。さらに、以降では、経路選出処理を行う経路選出部 2 0 3 に関して詳述する。

【0026】(1) 経路選出部 2 0 3 の第 1 の構成例図 5 は、図 4 に示す経路選出部 2 0 3 の第 1 の構成例を示す機能ブロック図である。図 5 において、この経路選出部 2 0 3 は、地図格納部 3 0 1 と、地点設定部 3 0 2 と、経路探索部 3 0 3 と、探索結果データ格納部 3 0 4 と、地図読込並行処理部 4 0 1 とを備えている。

【0027】地図格納部 3 0 1 は、経路探索や地点設定

に必要な範囲の地図データを、記録装置103から読み込んで格納する。地点設定部302は、位置検出部201で検出された車両の現在位置を出発地に、入力装置101で入力した地点を目的地にして、各々に対応する地図上の出発ノードおよび目的ノードを設定する。経路探索部303は、公知のダイクストラ法等を用いて、最下位階層から順に地点設定部302で設定した出発ノードおよび目的ノードを探索開始点として探索処理を行い、出発ノードから目的ノードまでの最小コスト経路を求める。探索結果データ格納部304は、探索時の中間データや経路情報を記録する。地図読込並行処理部401は、地点設定部302および経路探索部303の処理と並行して、次の探索に用いる範囲の全ての地図ユニットを地図格納部301に読み込む。

【0028】上記のように構成された第1の構成例の経路選出部203について、フローチャートに従って以下にその動作を詳述する。

【0029】図6は、経路選出部203の第1の構成例における地点設定部302の動作を示すフローチャートである。まず、図6のステップS601において、地点設定部302は、記録装置103から最下位階層の地図データ（より詳細には、出発地（例えば、位置検出部201で検出された車両の現在位置）を含むブロックの地図データ）を読み込んで地図格納部301に格納し、出発地に一番近いノードを出発ノードとし、到達コスト

（例えば、0）を設定する。次に、ステップS602において、地点設定部302は、記録装置103から最下位階層の地図データ（より詳細には、目的地（例えば、入力装置101によりユーザが入力した地点）を含むブロックの地図データ）を読み込んで地図格納部301に格納し、目的地に一番近いノードを目的ノードとし、到達コスト（例えば、0）を設定する。

【0030】このとき、地図読込並行処理部401は、地点設定部302の処理（図6参照）が開始されると同時に、最下位階層の出発地側探索に必要な範囲の地図データを、記憶装置103から読み込んで地図格納部301に格納する。このとき読み込まれる地図データは、上記ステップS601において地点設定のために読み込まれたブロックの周辺に位置する複数のブロック（例えば、地点設定のために読み込まれたブロックを中心として取り囲む8つのブロック）の地図データである。このように、探索処理のために複数ブロックの地図データを必要とするのは、主として、上位階層への移行をより確実に行えるようにするためである。

【0031】次に、経路探索部303で最小コスト経路を求める経路探索処理を実行する。図7は、経路選出部203の第1の構成例における経路探索部303の経路探索処理の動作を示すフローチャートである。

【0032】まず、図7のステップS701において、経路探索部303は、出発ノードを出発地側候補状態と

し、目的ノードを目的地側候補状態とし、それぞれを探索結果データ格納部304に格納する。次に、経路探索部303は、最初の探索階層として、最下位階層を設定する（ステップS702）。

【0033】次に、経路探索部303は、必要となる地図データが地図格納部301に読み込まれていなければ記憶装置103から読み込み、出発地側候補状態ノードを起点として公知のダイクストラ法を用いて、中間データを探索結果データ格納部304に記憶させながら、一定エリア内に出発地側探索処理を行う（ステップS703）。次に、経路探索部303は、ステップS703における一定エリア内の探索処理中に、目的地側候補状態ノードへの最短コスト経路が確定したか否かを判断する（ステップS704）。目的地側候補状態ノードへの最短コスト経路が確定した場合、経路探索部303は、経路が求められたものとして出発地側探索処理を終了してステップS711に進み、探索結果データ格納部304に記憶された探索結果から経路を構成する。一方、目的地側候補状態ノードへの最短コスト経路が確定していない場合、経路探索部303は、ステップS705の処理を実行する。

【0034】上記ステップS705において、経路探索部303は、必要となる地図データが地図格納部301に読み込まれていなければ記憶装置103から読み込み、目的地側候補状態ノードを起点として公知のダイクストラ法を用いて、中間データを探索結果データ格納部304に記憶させながら、一定エリア内の目的地側探索処理を行う。次に、経路探索部303は、ステップS705における一定エリア内の探索処理中に、出発地側探索終了ノードへの最短コスト経路が確定したか否かを判断する（ステップS706）。出発地側探索終了ノードへの最短コスト経路が確定した場合、経路探索部303は、経路が求められたものとして目的地側探索処理を終了してステップS711に進み、探索結果データ格納部304に記憶された探索結果から経路を構成する。一方、出発地側探索終了ノードへの最短コスト経路が確定していない場合、経路探索部303は、ステップS707の処理を実行する。

【0035】上記ステップS707において、経路探索部303は、探索階層が最上位階層であるか否かを判断する。このとき、探索階層が最上位階層であれば、経路探索部303は、探索失敗と判断し（ステップS710）、経路探索処理を終了する。一方、探索階層が最上位階層でなければ、経路探索部303は、出発地側探索エリアの外周に位置する探索済みノードであって上位階層にも記録されているノード（以降、出発地側上位移行ノードと呼ぶ）を出発地側候補状態に、目的地側探索エリアの外周に位置する探索済みノードであって上位階層にも記録されているノード（以降、目的地側上位移行ノードと呼ぶ）を目的地側候補状態にする（ステップS7

08)。次に、経路探索部303は、探索階層を一つ上の階層に移行し(ステップS709)、ステップS703の処理に戻る。以降、経路が求められるまで、経路探索部303は、ステップS703～S709の処理を繰り返す。

【0036】上述した第1の構成例によれば、従来と比べて次のように探索時間を削減することができる。図8は、従来の経路選出部203の処理タイミングを示すタイミングチャートである。また、図9は、本発明における経路選出部203の第1の構成例における処理タイミングを示すタイミングチャートである。従来は、図8に示すように、地点設定処理が終わった後に、最下位階層である階層1の出発地側探索用地図データの読込処理を実行していた。これに対し、本発明における経路選出部203の第1の構成例では、地図読込並行処理部401を追加することにより、図9に示すように、地点設定部302で実行される地点設定処理と、地図読込並行処理部401で実行される出発地側探索用地図データ(最下位階層である階層1の地図データ)の読込処理とを同時に行うようにしている。これによって、地点設定部302の地点設定処理の直後に経路探索部302の探索処理を開始できるため、結果として探索時間を短縮することができる。

【0037】なお、上記第1の構成例では、地点設定処理302と地図読込並行処理部401とが並列的に動作する必要があるため、地点設定処理302と地図読込並行処理部401とを異なるCPUによって実現するようにしても良いし、地図読込並行処理部401をCPUの動作とは独立して機能する回路ブロック(例えば、DMA転送装置)で構成するようにしても良い。

【0038】(2)経路選出部203の第2の構成例  
図10は、図4に示す経路選出部203の第2の構成例を示す機能ブロック図である。図10において、この経路選出部203は、第1地図格納部501と、第2地図格納部502と、地点設定部302と、経路探索部303と、探索結果データ格納部304と、地図読込並行処理部401とを備えている。

【0039】第1および第2地図格納部501および502は、経路探索や地点設定に必要な範囲の地図データを記録装置103から読み込んで格納する。地点設定部302は、位置検出部201で検出された車両の現在位置を出発地に、入力装置101で入力した地点を目的地にして、各々に対応する地図上の出発ノードおよび目的ノードを設定する。経路探索部303は、公知のダイクストラ法等を用いて、最下位階層から順に地点設定部302で設定した出発ノードおよび目的ノードを探索開始点として探索処理を行い、出発ノードから目的ノードまでの最小コスト経路を求める。探索結果データ格納部304は、探索時の中間データや経路情報を記録する。地図読込並行処理部401は、地点設定部302および経

路探索部303の処理と並行して、次の探索に用いる範囲の全ての地図ユニットを第1地図格納部501または第2地図格納部502に読み込む。

【0040】上記のように構成された第2の構成例の経路選出部203について、以下にその動作を詳述する。第1の構成例との違いは、地図格納部301が第1地図格納部501と第2地図格納部502の2つになったことと、地図読込並行処理部401の処理だけであるので、異なる部分のみ説明する。

【0041】地図読込並行処理部401は、地点設定処理302の処理が開始されると同時に、最下位階層の出発地側探索に必要な範囲の地図データを、記憶装置103から第1地図格納部501に読み込む。その後、経路探索部303が第1地図格納部501に読み込まれた地図データを用いて、階層1の出発地側探索処理を実行すると同時に、最下位階層の目的地側探索に必要な範囲の地図データを、記憶装置103から第2地図格納部502に読み込む。このように、地図読込並行処理部401は、2重化された地図格納部を順次切り替えながら、経路探索が終了するまで、次の探索処理に必要な地図データを先読みしていく。

【0042】図11は、経路選出部203の第2の構成例における処理タイミングを示すタイミングチャートである。以上のように、第2の構成例によれば、地図格納部を2重化し、地図読込並行処理部401を追加することにより、図11に示すように、地点設定部302および経路探索部303で行われる処理と並行して、経路探索部303で行われる次の探索処理に必要な地図データを先読みすることができる。その結果、1区間の探索終了直後に次の区間の探索処理を開始できるため、結果として探索時間を短縮することができる。

【0043】なお、上記第2の構成例では、地点設定部302および経路探索部303と、地図読込並行処理部401とが並列的に動作する必要がある。そのため、地図読込並行処理部401を、地点設定部302および経路探索部303と異なるCPUによって実現するようにしても良いし、地図読込並行処理部401を、CPUの動作とは独立して機能する回路ブロック(例えば、DMA転送装置)で構成するようにしても良い。

【0044】(3)経路選出部203の第3の構成例  
図12は、図4に示す経路選出部203の第3の構成例を示す機能ブロック図である。図12において、この経路選出部203は、地図格納部301と、地点設定部302と、経路探索部303と、探索結果データ格納部304と、探索階層判定部601とを備えている。

【0045】地図格納部301は、経路探索や地点設定に必要な範囲の地図データを記録装置103から読み込んで格納する。地点設定部302は、位置検出部201で検出された車両の現在位置を出発地に、入力装置101で入力した地点を目的地にして、各々に対応する地図

上の出発ノードおよび目的ノードを設定する。探索階層判定部 6 0 1 は、地点設定部 3 0 2 で設定された出発ノードおよび目的ノードから、探索を行う階層を決定する。経路探索部 3 0 3 は、公知のダイクストラ法等を用いて、探索階層判定部 6 0 1 で決定した探索階層に対して最下位階層から順に、地点設定部 3 0 2 で設定した出発ノードおよび目的ノードを探索開始点として探索処理を行い、出発ノードから目的ノードまでの最小コスト経路を求める。探索結果データ格納部 3 0 4 は、探索時の中間データや経路情報を記録する。

【0046】上記のように構成された第 3 の構成例の経路選出部 2 0 3 について、以下にその動作を詳述する。第 1 の構成例との違いは、地図読込並行処理部 4 0 1 がなくなっていることと、探索階層判定部 6 0 1 での処理と、経路探索部 3 0 3 の処理の一部だけであるので、異なる部分のみ説明する。

【0047】探索階層判定部 6 0 1 では、地点設定部 3 0 2 で設定された出発ノードおよび目的ノードから、探索を行う階層を決定する。その際、出発ノードと目的ノード間の距離により、探索を行う最上位階層を設定し、その階層数が一定階層数（例えば、4 階層）以上であれば、最下位階層と上記最上位階層を除く中間階層を省略することにより、探索対象階層を一定階層数（例えば、3 階層）以下に抑える。図 1 3 は、階層 3 が省略される場合の概念図である。この図 1 3 の例では、出発ノードと目的ノード間の距離から、階層 4 まで探索が行われると判断し、中間階層である階層 3 を省略するようにしている。なお、省略される中間階層は、バランス良く一定間隔で設定するのが好ましい。

【0048】さらに、経路探索部 3 0 3 での経路探索処理について、フローチャートに従って以下にその動作を詳述する。図 1 4 は、経路選出部 2 0 3 の第 3 の構成例における経路探索部 3 0 3 の経路探索処理を示すフローチャートである。本フローチャートは、図 7 に示した経路選出部 2 0 3 の第 1 の構成例における経路探索部 3 0 3（図 5 参照）の経路探索処理のフローチャートとほぼ同じであるため、異なる部分のみ説明する。

【0049】本フローチャートが、経路選出部 2 0 3 の第 1 の構成例における経路探索部 3 0 3 の経路探索処理のフローチャート（図 7）と異なる点は、ステップ S 1 9 0 1 ~ S 1 9 0 7（図 7 のステップ S 7 0 1 ~ S 7 0 7 に相当）の後に、ステップ S 1 9 1 2 ~ S 1 9 1 5 の処理が追加された点である。ステップ S 1 9 0 1 ~ S 1 9 0 7 の処理により、現在の探索階層の探索処理が終了し、かつ、経路が求められなかったとき、経路探索部 3 0 3 は、ステップ S 1 9 1 2 において、探索階層判定部 6 0 1 の判定結果に従い、一つ上の階層は省略可能か否かを判断する。もし、省略可能でなければ、経路探索部 3 0 3 は、ステップ S 1 9 0 8（図 7 のステップ S 7 0 8 に相当）に進み、第 1 の構成例で説明したように一つ

上の階層を探索階層として、探索処理を続行する。ステップ S 1 9 1 2 において、省略可能と判断した場合、経路探索部 3 0 3 は、ステップ S 1 9 1 3 に進み、出発地側探索エリアの外周に位置する探索済みノードであって、探索階層判定部 6 0 1 で決定された次探索候補階層にも記録されたノードを（出発地側上位階層移行ノード）出発地側候補状態に、目的地側探索エリアの外周に位置する探索済みノードであって、探索階層判定部 6 0 1 で決定された次探索候補階層にも記録されたノード

（目的地側上位階層移行ノード）を目的地側候補状態に設定する。次に、経路探索部 3 0 3 は、次探索候補階層に移行したノード（出発地側上位階層移行ノードおよび目的地側上位階層移行ノード）が、特定個数（例えば 8 個）以上存在するかどうかを判定する（ステップ S 1 9 1 4）。特定個数以上存在していなければ、経路探索部 3 0 3 は、ステップ S 1 9 0 8 に戻り、一つ上の上位階層を省略せずに、探索処理を続行する。一方、次探索候補階層に移行したノードが特定個数以上存在していれば、経路探索部 3 0 3 は、ステップ S 1 9 1 5 に進み、探索階層を次探索候補階層に移行させ、探索処理を続行する。

【0050】以上のように、第 3 の構成例によれば、探索階層判定部 6 0 1 を追加し、探索対象となる最下位階層と最上位階層とを除いた中間階層の探索を省略することにより、省略された階層の探索時間を削減するようにしているので、結果として探索時間を短縮することができる。

【0051】また、経路探索部 3 0 3 において、探索階層判定部 6 0 1 で決定された次探索候補階層への上位階層移行ノード数が一定数以下であれば、次探索候補階層よりも下位階層を次の探索階層とすることにより、上位階層移行ノード数の不足により生ずる遠回り経路の発生を防ぐことができ、結果として経路品質を向上することができる。

【0052】なお、第 3 の構成例では、探索開始前に省略可能な階層を決定していたが、1 つの階層の探索が終了した後に、全ての上位階層について上位移行地点数をチェックし、各階層毎に決められた一定数以上の上位移行地点が存在する上位階層の内、一番上位の階層に移行するようにしてもよい。また、その際、探索対象となる最上位階層を、出発地と目的地との位置関係に従って決定していても良い。

【0053】なお、以上説明した第 1 ~ 第 3 の構成例では、現在の探索階層で経路が求まらない場合、一定エリア内の探索が終わった後に上位階層に移行するようにしているが、一定エリア内の探索が終了していなくても、一定数以上の上位階層移行ノードが確保できた段階で、探索を中止して上位階層に移行するようにしても良い。こうすることにより、最低限の探索範囲で探索階層を上位階層へ移行できるため、経路選出時間を短くすること

ができる。

【0054】さらに、以上説明した第1～第3の構成例は、ハードウェアとして構成しても、マイクロコンピュータのマルチタスクなどのプログラム処理によって構成しても良い。また、ロケータ102は、車両の現在位置が検出できる機能を有していればどのような構成でも良い。また、入力装置101は、出力装置106に表示された地図の画像をスクロールさせることで位置を指定するようにしているが、予め記憶した緯度経度を選択する方法で位置を指定するようにしても良い。また、地点設定部302は、出発地をユーザが入力する位置によって設定しても良い。さらに、出発地・目的地にそれぞれ一番近いノードを出発ノードまたは目的ノードとしているが、一番近いリンク上の点にしても良いし、複数の地点を設定するようにしても良い。また、探索手法としてここではダイクストラ法を例に挙げたが、リンク毎のコスト情報を基に2地点間の最短コスト経路を求める方法であれば、どのような方法を用いても良い。また、出力装置106において、表示や音声により誘導を行うこととしたが、例えば自動操縦部を付加し、選出した経路を自動車の操縦系に与えるようにしても良い。さらに、上記実施の形態で説明した構成を組み合わせて使用してもかまわない。

【0055】また、本発明は、プログラムによって実現し、これをフロッピーディスク等の記録媒体に記録して移送することにより、独立した他のコンピュータ・システムで容易に実施することができる。この場合、記録媒体は、フロッピーディスクに限らず、光ディスク、ICカード、ROMカセット等、プログラムを記録できるものであればどのような媒体であっても良い。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態に係るカーナビゲーションシステムの構成を示すブロック図である。

【図2】地図データの一構成例を示す図である。

【図3】階層別地図データの構成を説明するための図である。

【図4】図1に示すナビゲーション装置105の構成例を示す機能ブロック図である。

【図5】図4に示す経路選出部203の第1の構成例を示す機能ブロック図である。

【図6】経路選出部203の第1の構成例における地点

設定部302の動作を示すフローチャートである。

【図7】経路選出部203の第1の構成例における経路探索部303の動作を示すフローチャートである。

【図8】従来のカーナビゲーションシステムにおける探索処理動作と地図読込動作との処理タイミングを示すタイミングチャートである。

【図9】経路選出部203の第1の構成例における探索処理動作と地図読込動作との処理タイミングを示すタイミングチャートである。

【図10】図4に示す経路選出部203の第2の構成例を示す機能ブロック図である。

【図11】経路選出部203の第2の構成例における探索処理動作と地図読込動作との処理タイミングを示すタイミングチャートである。

【図12】図4に示す経路選出部203の第3の構成例を示す機能ブロック図である。

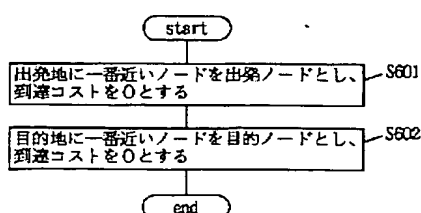
【図13】経路選出部203の第3の構成例において、階層3が省略される場合の概念図である。

【図14】経路選出部203の第3の構成例における経路探索部303の経路探索処理を示すフローチャートである。

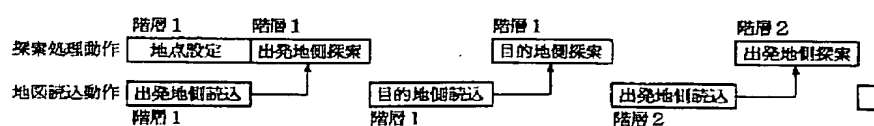
【符号の説明】

- 101 入力装置
- 102 ロケータ
- 103 記録装置
- 104 通信装置
- 105 ナビゲーション装置
- 106 出力装置
- 201 位置検出部
- 202 情報検索・提供部
- 203 経路選出部
- 204 誘導部
- 301 地図格納部
- 302 地点設定部
- 303 経路探索部
- 304 探索結果データ格納部
- 401 地図読込並行処理部
- 501 第1地図格納部
- 502 第2地図格納部
- 601 探索階層判定部

【図6】

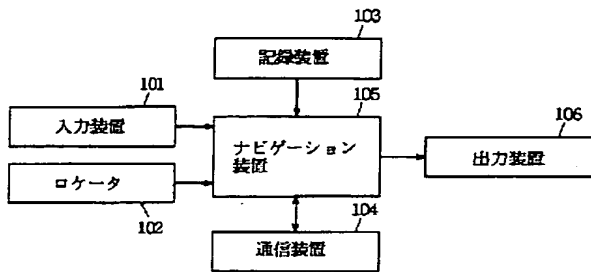


【図9】

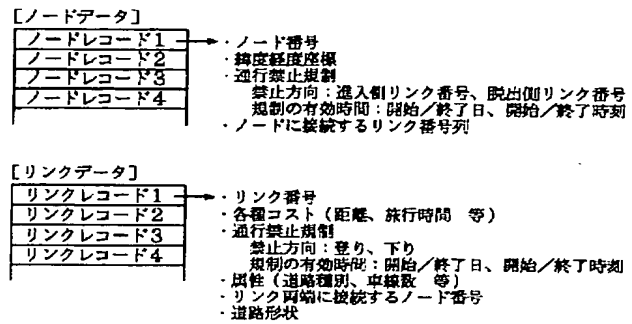




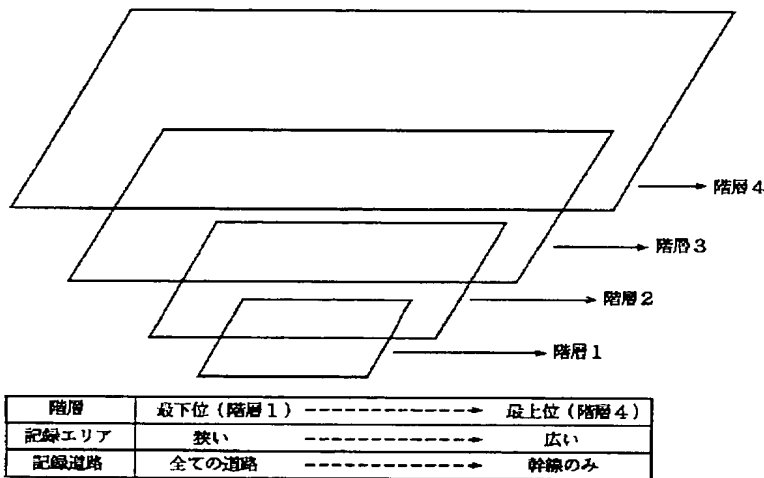
【図 1】



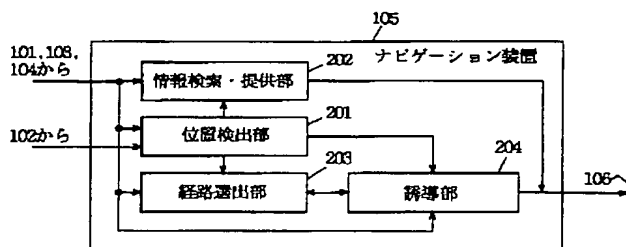
【図 2】



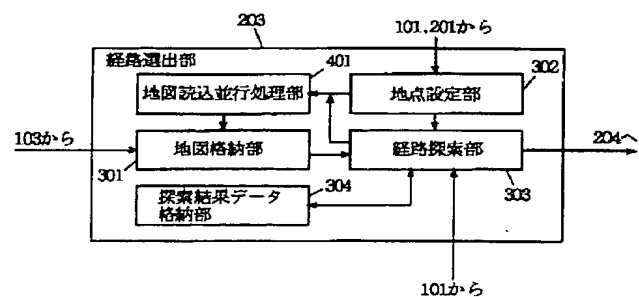
【図 3】



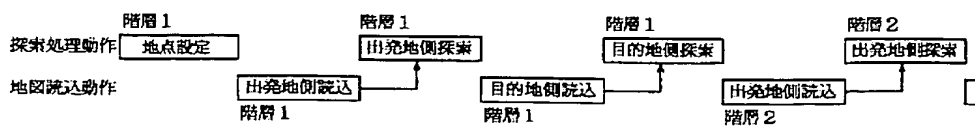
【図 4】



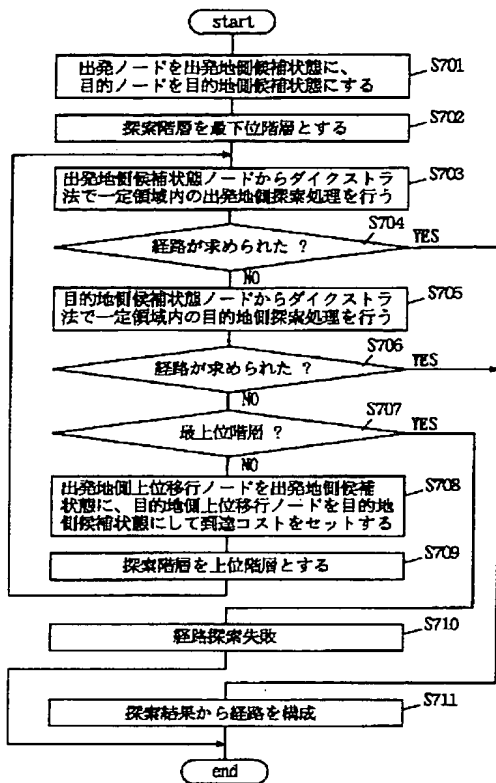
【図 5】



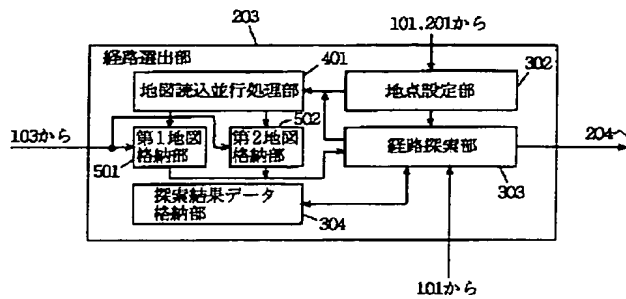
【図 8】



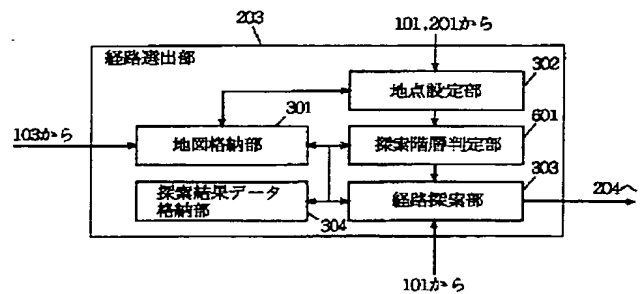
【図 7】



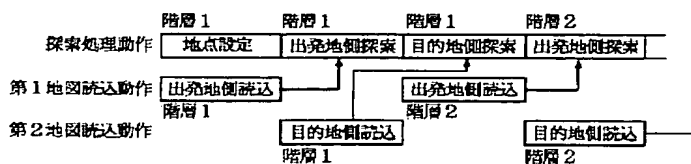
【図 10】



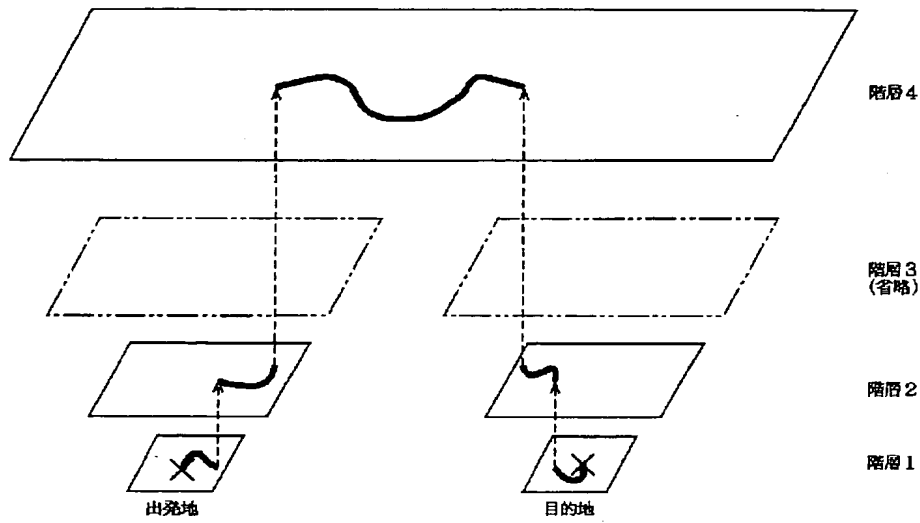
【図 12】



【図 11】



【図 1 3】



【図 1 4】

